

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-157734

(43)Date of publication of application : 31.05.2002

(51)Int.Cl. G11B 7/004

G11B 7/007

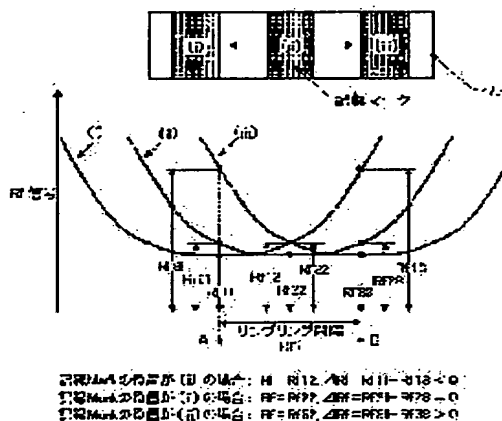
G11B 7/13

G11B 7/24

(21)Application number : 2000-350777 (71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 17.11.2000 (72)Inventor : SHIMIZU AKIHIKO

(54) OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM ON/FROM WHICH
MULTI-VALUE RECORDING AND REPRODUCTION ARE ENABLED, RECORDING
AND REPRODUCING METHOD AND RECORDING AND REPRODUCING DEVICE
USING THE MEDIUM



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical information recording medium where a minimum cell length is designed to be a beam diameter or below and multi-value items forming separable distributions can be reproduced, to provide a method and a device for generating a detection signal which enable reproduction of multi-value signals as separable distributions, to provide a method and a device which enable highly accurate detection of information denoting a recording mark position, and to provide a method and a device which enable highly accurate recording and reproduction of a timing signal to detect a

recording mark occupancy rate and the recording mark position information.

SOLUTION: In the optical information recording medium, an optically rewritable optical information recording medium is irradiated with a laser beam to form a recording mark on regions thereof, the regions for recording the recording marks have an identical area to each other (the regions are hereinafter called cells), one recording mark is recorded to one cell, and information to be recorded as information of combinations each consisting of a rate of each recording mark occupying each cell and an offset of the recording mark position with respect to a circumferential center of each cell is modulated into multi-value information and recorded.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-157734

(P2002-157734A)

(43) 公開日 平成14年5月31日 (2002.5.31)

| (51)Int.Cl.' | 識別記号 | F I | テマコード(参考) |
|--------------------------------------|-------|---------|-------------------|
| G 1 1 B | 7/004 | G 1 1 B | 7/004 C 5 D 0 2 9 |
| | 7/007 | | 7/007 5 D 0 9 0 |
| | 7/13 | | 7/13 5 D 1 1 9 |
| | 7/24 | 5 2 2 | 7/24 5 2 2 L |
| | 5 6 3 | | 5 6 3 M |
| 審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願2000-350777(P2000-350777)

(22) 出願日 平成12年11月17日 (2000.11.17)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 清水 明彦

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100105681

弁理士 武井 秀彦

Fターム(参考) 5D029 JA01 JB11 KB03 WA20 WA21
WB17

5D090 AA01 BB02 BB05 CC01 CC04

CC14 DD01 EE18 FF13

5D119 AA22 BA01 BB01 BB04 DA05

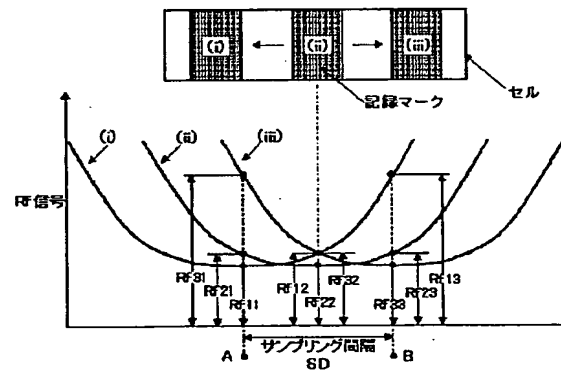
KA09 KA17 KA27

(54) 【発明の名称】 多値記録再生可能な光情報記録媒体、これを用いた記録再生方法及び記録再生装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 最小のセル長がビーム径以下にでき、なお且つ、各多値情報が分離可能な分布として再生できる光情報記録媒体、多値信号が分離可能な分布として再生できる検出信号生成の方法及び装置精度良く記録マーク位置情報を検出する方法及び装置および精度良く記録マーク占有率及び記録マーク位置情報を検出できるタイミング信号を記録再生できる方法及び装置を提供すること。

【解決手段】 光学的に書換え可能な光情報記録媒体に対してレーザ光を照射して記録マークを形成する光情報記録媒体であって、記録マークを記録する領域（以降、この分割された領域をセルと記す）が互いに等しい面積に分割されていて、前記セルに対して1つの記録マークが記録され、この記録マークがセルに対して占有する割合と、セルの円周方向中心に対する記録マーク位置のずれ量の組合せ情報として、記録すべき情報が多値情報に変調され記録される。



記録Markの位置が (i) の場合 : $RF = RF12$, $\Delta RF = RF11 - RF13 < 0$

記録Markの位置が (ii) の場合 : $RF = RF22$, $\Delta RF = RF21 - RF23 = 0$

記録Markの位置が (iii) の場合 : $RF = RF32$, $\Delta RF = RF31 - RF33 > 0$

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学的に書換え可能な光情報記録媒体に対してレーザ光を照射して記録マークを形成する記録に用いる光情報記録媒体であって、記録マークを記録する領域（以降、この分割された領域をセルと記す）が互いに等しい面積に分割されていて、前記セルに対して 1 つの記録マークが記録され、この記録マークがセルに対して占有する割合（以降、記録マーク占有率と記す）と、セルの円周方向中心に対する記録マーク位置のずれ量（以降、記録マーク位置と記す）の組合せ情報として、記録すべき情報が多値情報に変調され記録されることを特徴とする光情報記録媒体。

【請求項 2】 光学的に書換え可能な光情報記録媒体に対してレーザ光を照射して記録マークを形成する記録に用いる光情報記録媒体であって、記録マークが位相ビットと呼ばれる凹凸パターンとして基板表面に形成されており、各位相ビットの光学的な溝深さが $\lambda/4$ 近傍（ λ は記録再生レーザの波長）で等しく、位相ビットで形成された記録マークを記録する領域（以降、この分割された領域をセルと記す）が互いに等しい面積に分割されていて、前記セルに対して 1 つの記録マークが記録され、この記録マークがセルに対して占有する割合（以降、記録マーク占有率と記す）と、セルの円周方向中心に対する記録マーク位置のずれ量（以降、記録マーク位置と記す）の組合せ情報として、記録すべき情報を多値情報に変調され記録されることを特徴とする光情報記録媒体。

【請求項 3】 前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有する記録方法であって、該多値情報を再生する手段が、記録再生用の集光ビームを光情報記録媒体に照射し、記録再生面からの反射光量変化を光電変換で検出する Rf 信号を $Rf(t)$ と表現するとき（ t は検出するサンプリング時間）、記録再生用の集光ビームがセル中心に位置するときを $t = t_2$ 、セルの中心位置より前に位置するときを $t = t_1$ 、セルの中心位置より後に位置するときを $t = t_3$ とした場合、記録マーク占有率を $Rf(t_2)$ で検出し、記録マーク位置を Rf 信号の変化量 $\Delta Rf = Rf(t_1) - Rf(t_3)$ （但し $t_2 - t_1 = t_3 - t_2$ ）で検出することにより、記録マークの占有率と位置の組合せ情報を再生するものであり、請求項 1 又は請求項 2 記載の光情報記録媒体を用いたことを特徴とする記録再生方法。

【請求項 4】 前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有する記録方法であって、記録マーク占有率が隣り合う記録マークボタンで、セルに対する記録マークの位置が、 ΔRf の極性が逆になるように配置され、請求項 1 又は請求項 2 記載の光情報記録媒体を用いたことを特徴とする記録再生方

法。

【請求項 5】 前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有する記録方法であって、検出サンプリング時間 $t = t_1$ と $t = t_3$ に記録再生用の集光ビームが位置する物理的なサンプリング間隔を SD 、セルの円周方向の長さを CL とするとき、 $0.2 * CL \leq (SD/2) \leq 0.6 * CL$ の範囲であることを特徴とする請求項 3 記載の光情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 6】 前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有する記録方法であって、記録再生用の集光ビームを光情報記録媒体に照射し、記録再生面からの反射光量変化を光電変換で検出する $Rf(t_2)$ 信号で記録マーク占有率を検出し、光電変換する検出器を集光ビームが走査される円周方向に 2 分割し、その分割された個々の検出器から生成された信号を差分して得られる $TPP(t_2)$ （Tangential Push-Pull）信号で記録マーク位置を検出し、記録マークの占有率と位置の組合せ情報を再生し、前記 $Rf(t_2)$ と $TPP(t_2)$ は、記録再生用の集光ビームがセルの中心位置でサンプリングされた信号であり、請求項 1 又は請求項 2 記載の光情報記録媒体を用いたことを特徴とする記録再生方法。

【請求項 7】 前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有する記録方法であって、記録再生用の集光ビームを光情報記録媒体に照射し、記録再生面からの反射光量変化を光電変換した信号から、前記 Rf 信号、 ΔRf 信号、 TPP 信号をサンプリングするための同期させるボタンを、前記多値情報と合わせて光情報記録媒体に記録すると共に、この同期ボタンはセルの中心に対象の記録マークで構成され、請求項 1 又は請求項 2 記載の光情報記録媒体を用いたことを特徴とする記録再生方法。

【請求項 8】 前記サンプリングタイミングに同期させるボタンを、前記多値情報と合わせて光情報記録媒体に記録された光情報記録媒体を再生する際、セルの中心に対象の記録マークで構成された同期ボタンを用いて、多値記録された記録マークボタンを再生することを特徴とする請求項 7 記載の光情報記録媒体の記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ディスクの記録再生方法において、記録ビットの信号レベルを 2 値以上の値に制御する光ディスクの多値記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 特開平 5-205274 号公報には、記

録マークの大きさや長さ、あるいは記録マークの間隔を精度よく判別して、多値情報の再生を行ない、光記録媒体の高密度化とデータ転送速度の高速化を行なうことを目的とし、また、構成として、収束直径の異なる複数のレーザ光を同一の記録面上に照射し、それぞれのレーザ光の反射光または透過光から得られる再生信号を比較して、再生情報のレベル判定を行なうことが記載されている。また、課題を解決するための手段として、(i)

「情報記録媒体にレーザ光を照射することによって情報の再生を行なう方法において、収束直径の異なる複数のレーザ光を同一の記録面上に照射し、それぞれのレーザ光の反射光または透過光から得られる再生信号を比較して、再生情報のレベル判定を行なう。複数のレーザ光は、情報記録媒体上の同一点に、同時に照射しても良いし、異なる点に照射しても良い」、(ii)「(i)の手段において、収束直径の異なる複数のレーザ光を照射する手段として、波長の異なる複数のレーザ光、または開口数の異なる複数の焦点レンズの少なくとも一方を用いることとした」ことが記載されている。

【0003】この従来技術（特開平5-205274号公報）は、互いに等しい面積で分割されたセル単位に、1つの記録マーク（位相ビット）を配置し、この記録マークの大きさ（セルに対する占有面積率）で多値情報を記録する方式を採用している。この記録マークの形状（長さ、幅）或いは、記録マークの間隔を精度良く検出するために、各記録マークの再生信号レベルが波長に依存して変化する特性を利用し、各波長で検出された再生信号レベルの組合せ情報から、多値レベルを判定している。この原理では再生に複数の波長を用いるため、記録再生用の光学ヘッドに複数波長のレーザダイオード(LD)、複数波長用の検出器及び光学系を持つ必要があり、光学ヘッドの構成が複雑で実用に適さない問題がある。

【0004】また、特開平7-121881号公報には、目的として、面密度で現状の約4から5倍密度を実現する記録再生方式を提案し、とくに光記録プロセス上で安定に記録でき、かつ検出信号波形の変化の中で、多値のレベルとそのレベルをとるときのタイミングに情報を持たせる記録再生方式を提案することが記載されており、また、構成として、情報の構成要素を光学的な深さの違ったマークの配列として表現し、該マーク配列は特定形状の単一マークの組合せからなり、該マークの有無、マークの位置ズレからなる複数のマークによって単位情報を表現し、該マークピッチは再生光学系の空間周波数よりも高くすることが記載されている。さらに、課題を解決するための手段として、情報の構成要素を光学的な深さの違ったマークの配列として表現し、該マーク配列は特定形状の単一マークの組合せからなり、該マークの有無、マークの位置ズレからなる複数のマークによって単位情報を表現し、該マークピッチは再生光学系の

空間周波数よりも高くすることが記載されている。

【0005】また、特開平8-147695号公報では、互いに等しい面積で分割されたセル単位に、複数個の単一記録マーク（位相ビット）を配置し、この単一記録マーク位置の組合せを利用して、多値情報を記録する方式を採用している。また、1つの記録マークと1つのスペースの組合せで構成される長さが、記録再生用の集光ビーム径(BD)の約半分となる光学伝達特性に基づく再生限界以上の空間周波数成分を有する記録マーク列で構成されていることが特徴である。また、多値情報を再生する方式は、前記記録マーク列のボタンに対応して離散的に変化するRf信号により検出している。この原理では、少なくとも2個の記録マークと2つのスペースの組合せが必要となり、最小のセル長はビーム径とほぼ等しい数値が限界となる。記録密度を更に高めるために記録マークの位置をずらす分解能を上げれば良いが、分解能が高くなるほど、個々の組合せの分布が互いに重なり合い、再生でエラーが発生しやすくなる問題が生じる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の従来法の問題点である、(i)光学ヘッド構成が複雑；(ii)最小のセル長はビーム径とほぼ等しい数値が限界；を解決することを目的としている。さらに、次の各項記載の発明に対する目的は以下のとおりである。第(1)項、第(2)項、第(3)項、第(4)項、第(11)項及び第(12)項記載の発明の目的は、最小のセル長がビーム径以下にでき、なお且つ、各多値情報が分離可能な分布として再生できる光情報記録媒体、これを用いた記録再生方法及び記録再生装置を提供することにある。第(5)項、第(8)項、第(13)項及び第(16)項記載の発明の目的は、多値信号が分離可能な分布として再生できる検出信号生成の方法及び装置を提供することにある。第(6)項及び第(14)項記載の発明の目的は、多値信号を離散的に分布させる光情報記録媒体の記録方法及び記録再生装置を提供することにある。第(7)項及び第(15)項記載の発明の目的は、精度良く記録マーク位置情報を検出する方法及び装置を提供することにある。第(9)項及び第(17)項記載の発明の目的は、精度良く記録マーク占有率及び記録マーク位置情報を検出できるタイミング信号を記録する方法及び装置を提供することにある。第(10)項及び第(18)項記載の発明の目的は、精度良く記録マーク占有率及び記録マーク位置情報を検出できるタイミング信号を再生する方法及び装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】したがって、上記課題は、本発明の(1)「光学的に書換え可能な光情報記録媒体に対してレーザ光を照射して記録マークを形成する記録に用いる光情報記録媒体であって、記録マークを記

録する領域（以降、この分割された領域をセルと記す）が互いに等しい面積に分割されていて、前記セルに対して1つの記録マークが記録され、この記録マークがセルに対して占有する割合（以降、記録マーク占有率と記す）と、セルの円周方向中心に対する記録マーク位置のずれ量（以降、記録マーク位置と記す）の組合せ情報として、記録すべき情報が多値情報に変調され記録されることを特徴とする光情報記録媒体」、及び（2）「光学的に書換え可能な光情報記録媒体に対してレーザ光を照射して記録マークを形成する記録に用いる光情報記録媒体であって、記録マークが位相ビットと呼ばれる凹凸パタンとして基板表面に形成されており、各位相ビットの光学的な溝深さが $\lambda/4$ 近傍（ λ は記録再生レーザの波長）で等しく、位相ビットで形成された記録マークを記録する領域（以降、この分割された領域をセルと記す）が互いに等しい面積に分割されていて、前記セルに対して1つの記録マークが記録され、この記録マークがセルに対して占有する割合（以降、記録マーク占有率と記す）と、セルの円周方向中心に対する記録マーク位置のずれ量（以降、記録マーク位置と記す）の組合せ情報として、記録すべき情報を多値情報に変調され記録されることを特徴とする光情報記録媒体」により解決される。

【0008】また、上記課題は、本発明の（3）「光学的に書換え可能な光情報記録媒体に対してレーザ光を照射して記録マークを形成する記録再生装置であって、前記光情報記録媒体の記録マークを記録する領域（以降、この分割された領域をセルと記す）が互いに等しい面積に分割されていて、前記セルに対して1つの記録マークを記録し、この記録マークがセルに対して占有する割合（以降、記録マーク占有率と記す）と、セルの円周方向中心に対する記録マーク位置のずれ量（以降、記録マーク位置と記す）の組合せ情報として、記録すべき情報を多値情報に変調して記録することを特徴とする光情報記録媒体の光情報記録装置」により解決され、（4）「光学的に書換え可能な光情報記録媒体に対してレーザ光を照射して記録マークを形成する記録再生装置であって、該記録マークが位相ビットと呼ばれる凹凸パタンとして前記光情報記録媒体の基板表面に形成されており、各位相ビットの光学的な溝深さが $\lambda/4$ 近傍（ λ は記録再生レーザの波長）で等しく、位相ビットで形成された記録マークを記録する領域（以降、この分割された領域をセルと記す）が互いに等しい面積に分割されていて、前記セルに対して1つの記録マークを記録し、この記録マークがセルに対して占有する割合（以降、記録マーク占有率と記す）と、セルの円周方向中心に対する記録マーク位置のずれ量（以降、記録マーク位置と記す）の組合せ情報として、記録すべき情報を多値情報に変調して記録することを特徴とする光情報記録媒体の光情報記録装置」により解決される。

【0009】また、上記課題は、本発明の（5）「前記

セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有し、該多値情報を再生する手段が、記録再生用の集光ビームを光情報記録媒体に照射し、記録再生面からの反射光量変化を光電変換で検出する Rf 信号を $Rf(t)$ と表現するとき（ t は検出するサンプリング時間）、記録再生用の集光ビームがセル中心に位置するときを $t=t_2$ 、セルの中心位置より前に位置するときを $t=t_1$ 、セルの中心位置より後に位置するときを $t=t_3$ とした場合、記録マーク占有率を $Rf(t_2)$ で検出し、記録マーク位置を Rf 信号の変化量 $\Delta Rf = Rf(t_1) - Rf(t_3)$ （但し $t_2 - t_1 = t_3 - t_2$ ）で検出することにより、記録マークの占有率と位置の組合せ情報を再生するものであることを特徴とする前記第（3）項又は第（4）項記載の光情報記録媒体の光情報記録再生装置」により解決され、（6）「前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有し、該多値情報を再生する手段が、記録マーク占有率が隣り合う記録マークパタンで、セルに対する記録マークの位置が、 ΔRf の極性が逆になるように配置されているものであることを特徴とする前記第（3）項又は第（4）項記載の光情報記録媒体の光情報記録再生装置」により解決される。

【0010】さらに、上記課題は、本発明の（7）「前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有し、該多値情報を再生する手段が、検出サンプリング時間 $t=t_1$ と $t=t_3$ に記録再生用の集光ビームが位置する物理的なサンプリング間隔を SD 、セルの円周方向の長さを CL とすると、 $0.2 * CL \leq (SD/2) \leq 0.6 * CL$ の範囲を満足するものであることを特徴とする前記第（5）項記載の光情報記録媒体の光情報記録再生装置」により解決され、（8）「前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有し、該多値情報を再生する手段が、記録再生用の集光ビームを光情報記録媒体に照射する手段と、記録再生面からの反射光量変化を光電変換で検出する $Rf(t_2)$ 信号で記録マーク占有率を検出する手段と、光電変換する検出器を集光ビームが走査される円周方向に2分割し、その分割された個々の検出器から生成された信号を差分して得られる $TPP(t_2)$ （Tangential Push-Pull）信号で記録マーク位置を検出する手段と、記録マークの占有率と位置の組合せ情報を再生する手段とを含み、前記 $Rf(t_2)$ と $TPP(t_2)$ は、記録再生用の集光ビームがセルの中心位置でサンプリングされた信号であることを特徴とする前記第（3）項又は第（4）項記載の光情報記録媒体の光情報記録再生装置」により解決される。

・【0011】さらに、上記課題は、本発明の(9)「前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有し、該多値情報を再生する手段が、記録再生用の集光ビームを光情報記録媒体に照射し、記録再生面からの反射光量変化を光電変換した信号から、前記Rf信号、 ΔRf 信号、TPP信号をサンプリングするための同期させるボタンを、前記多値情報と合わせて光情報記録媒体に記録するものであり、この同期ボタンはセルの中心に対象の記録マークで構成されることを特徴とする前記第(3)項又は第(4)項記載の光情報記録媒体の光情報記録再生装置」により解決され、(10)「前記サンプリングタイミングに同期させるボタンを、前記多値情報と合わせて光情報記録媒体に記録された光情報記録媒体を再生する際、セルの中心に対象の記録マークで構成された同期ボタンを用いて、多値記録された記録マークボタンを再生することを特徴とする前記第(9)項記載の光情報記録媒体の光情報記録再生装置」により解決される。

【0012】さらに、上記課題は、本発明の(11)「光学的に書換え可能な光情報記録媒体に対してレーザ光を照射して記録マークを形成する記録再生方法であって、記録マークを記録する領域(以降、この分割された領域をセルと記す)が互いに等しい面積に分割されていて、前記セルに対して1つの記録マークを記録し、この記録マークがセルに対して占有す割合(以降、記録マーク占有率と記す)と、セルの円周方向中心に対する記録マーク位置のずれ量(以降、記録マーク位置と記す)の組合せ情報として、記録すべき情報を多値情報に変調して記録することを特徴とする光情報記録媒体の記録方法」により解決され、(12)「光学的に書換え可能な光情報記録媒体に対してレーザ光を照射して記録マークを形成する記録再生方法であって、前記記録マークが位相ビットと呼ばれる凹凸ボタンとして前記光情報記録媒体の基板表面に形成されており、各位相ビットの光学的な溝深さが $\lambda/4$ 近傍(λ は記録再生レーザの波長)で等しく、位相ビットで形成された記録マークを記録する領域(以降、この分割された領域をセルと記す)が互いに等しい面積に分割されていて、前記セルに対して1つの記録マークを記録し、この記録マークがセルに対して占有す割合(以降、記録マーク占有率と記す)と、セルの円周方向中心に対する記録マーク位置のずれ量(以降、記録マーク位置と記す)の組合せ情報として、記録すべき情報を多値情報に変調して記録することを特徴とする光情報記録媒体の記録方法」により解決される。

【0013】更にまた、上記課題は、本発明の(13)「前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有する記録方法であって、該多値情報を再生する手段が、記録再生用の集光ビームを光情

報記録媒体に照射し、記録再生面からの反射光量変化を光電変換で検出するRf信号を $Rf(t)$ と表現するとき(t は検出するサンプリング時間)、記録再生用の集光ビームがセル中心に位置するときを $t=t_2$ 、セルの中心位置より前に位置するときを $t=t_1$ 、セルの中心位置より後に位置するときを $t=t_3$ とした場合、記録マーク占有率を $Rf(t_2)$ で検出し、記録マーク位置をRf信号の変化量 $\Delta Rf=Rf(t_1)-Rf(t_3)$ (但し $t_2-t_1=t_3-t_2$)で検出することにより、記録マークの占有率と位置の組合せ情報を再生するものであり、前記第(1)項又は第(2)項記載の光情報記録媒体を用いることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生方法」により解決され、(14)「前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有する記録方法であって、記録マーク占有率が隣り合う記録マークボタンで、セルに対する記録マークの位置が、 ΔRf の極性が逆になるように配置され、前記第(1)項又は第(2)項記載の光情報記録媒体を用いることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生方法」により解決される。

【0014】更にまた、上記課題は、本発明の(15)「前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有する記録方法であって、検出サンプリング時間 $t=t_1$ と $t=t_3$ に記録再生用の集光ビームが位置する物理的なサンプリング間隔をSD、セルの円周方向の長さをCLとするととき、 $0.2 \times CL \leq (SD/2) \leq 0.6 \times CL$ の範囲であることを特徴とする前記第(13)項記載の光情報記録媒体の記録再生方法」により解決され、(16)「前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値情報を再生する手段を有する記録方法であって、記録再生用の集光ビームを光情報記録媒体に照射し、記録再生面からの反射光量変化を光電変換で検出するRf(t_2)信号で記録マーク占有率を検出し、光電変換する検出器を集光ビームが走査される円周方向に2分割し、その分割された個々の検出器から生成された信号を差分して得られるTPP(t_2)(Tangential Push-Pull)信号で記録マーク位置を検出し、記録マークの占有率と位置の組合せ情報を再生し、前記Rf(t_2)とTPP(t_2)は、記録再生用の集光ビームがセルの中心位置でサンプリングされた信号であり、前記第(1)項又は第(2)項記載の光情報記録媒体を用いることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生方法」により解決される。

【0015】更にまた、上記課題は、本発明の(17)「前記セルに対する記録マーク面積の占有率と前記セル内の記録マーク位置の組合せ情報として記録された多値

情報を再生する手段を有する記録方法であって、記録再生用の集光ビームを光情報記録媒体に照射し、記録再生面からの反射光量変化を光電変換した信号から、前記Rf信号、 ΔRf 信号、TPP信号をサンプリングするための同期させるボタンを、前記多値情報と合わせて光情報記録媒体に記録すると共に、この同期ボタンはセルの中心に対象の記録マークで構成され、前記第(1)項又は第(2)項記載の光情報記録媒体を用いることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生方法」により解決され、(18)「前記サンプリングタイミングに同期させるボタンを、前記多値情報と合わせて光情報記録媒体に記録された光情報記録媒体を再生する際、セルの中心に対象の記録マークで構成された同期ボタンを用いて、多値記録された記録マークボタンを再生することを特徴とする前記第(17)項記載の光情報記録媒体の記録再生方法」により解決される。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、図面を用いて本発明を詳細に説明する。

1. 従来方法 記録マーク占有率方式での問題点

記録マーク占有率の違いで多値情報を記録する従来方法と、本発明法による違い(効果)を、実施例を合わせて説明する。図1にマーク占有率とRf信号の関係を示す。記録マークは、セルの中心に位置している。記録マークが、書換え可能な相変化材料或いは、基板の凹凸形状として記録された位相ビットでも同じ関係となる。基板の凹凸形状として記録された位相ビットの場合は、Rf信号の信号利得が最大になるように、位相ビットの光学的溝深さが $\lambda/4$ (λ は記録再生レーザの波長)である必要がある。1つのセルに占める記録マークの占有率の大小によって、Rf信号値は変化する。Rf信号値は、記録再生用の集光ビームがセルの中心に位置する場合の値で与えられる。一般的には記録マークが存在しないときに最大のRf信号値となり、記録マークの占有率が最も高いときにRf信号値は最小となる。

【0017】この関係を利用して、図2に記録マークボタン数(多値レベル数)が6の場合における、各記録マークボタンにおけるRf信号値の分布を示す。(Rf信号値は、その最大値と最小値の幅を1として、正規化された数値で表記されている)記録再生条件としては、集光ビーム径が約 $0.8\mu m$ 、セルの円周方向長さは約 $0.6\mu m$ である。採用した記録マークのボタンを図3に示す。図3では、セルを円周方向に均等に12分割している。(以降、この分割された単位をチャンネルビットと記す、1セル=12チャンネルビット)記録マークのボタンは、記録マークが無いケース(Pattern Number 0)から、記録マークが10チャンネルビットとなるケース(Pattern Number 5)の組合せになっている。

【0018】集光ビーム径に対してセルの円周方向長さが小さいために、対象となるセルを再生するとき、集光

ビームは対象となる前後のセルにはみ出している。このため、対象となるセルのマーク占有率が同じでも、前後セルのマーク占有率の組合せにより、対象となるセルから再生されるRf信号値は影響される。この影響で図2に示すように、各ボタンにおけるRf信号値は偏差を持った分布になる。対象となるセルがどの記録マークのボタンであるか判定するためには、各記録マークから再生されるRf信号値の間隔が、前記偏差以上に離れている必要がある。図2の場合、各記録マークのRf信号値の間隔と偏差がほぼ同等であり、記録マークボタンの判定ができる限界になっている。更に記録密度を高めるためには、多値レベル数を増やす必要がある。そこで、多値レベル数を8に増やした例を図4と図5に示す。記録再生条件としては、集光ビーム径が約 $0.8\mu m$ 、セルの円周方向長さは約 $0.6\mu m$ と同じであるが、セルを円周方向に均等に16分割している。このため、1チャンネルビットの円周方向の長さが、図3で示される場合よりも短くなっている。(図5参照)

図4のRf信号値の分布から判るように、各記録マークボタンから得られるRf信号値の間隔以上に偏差のほろが大きく、ほとんどの記録マークボタンで、各Rf信号値の分布が重なり合っている。このため、対象となるセルの記録マークボタンを判定できない問題が生じる。

【0019】2. 本発明の原理

本発明では、記録密度を上げると、各記録マークボタンから得られるRf信号値の間隔以上に偏差が大きくなる問題を解決するために、従来方法の記録マーク占有率方式に加え、セル中心に対する記録マークの位置に情報を持たせる方式を考案した。本発明の方法の原理を図6に示す。図6は、記録マークがセルの中心に対して前にずれている(i)の場合、セルの中心に位置している(ii)の場合、セルの後にずれている(iii)の場合のRf信号波形を示したものである。集光ビームを光情報記録媒体に照射し、記録再生面からの反射光量変化を光電変換で検出するRf信号を $Rf(t)$ と表現するとき(t は検出するサンプリング時間)、記録再生用の集光ビームがセル中心に位置するときを $t=t_2$ 、セルの中心位置より前に位置するときを $t=t_1$ 、セルの中心位置より後に位置するときを $t=t_3$ とした場合、記録マーク占有率を $Rf(t_2)$ で検出し、記録マーク位置を Rf 信号の変化量 $\Delta Rf = Rf(t_1) - Rf(t_3)$ (但し $t_2 - t_1 = t_3 - t_2$)で検出することにより、記録マークの占有率と位置の組合せ情報を再生することが可能になる。図6では、 $t=t_1$ のときのサンプリング点をA、 $t=t_3$ のときのサンプリング点をBで示してある。また、光情報記録媒体上のサンプリング点Aと点Bの距離をサンプリング間隔SDとしている。図6で示すように、(i)、(ii)、(iii)の場合の ΔRf は図6に補足記述したように計算でき、 ΔRf の極性の違いからセル中心に対して、前後どちらにずれているか、

またどの程度ずれているのか判定することが可能になる。

【0020】本発明方法の原理に基づいて、図5の従来方式の記録マークボタンを改良したボタンを図10に示す。図10における隣接する記録マーク（例えば、ボタンナンバー1と2）の ΔRf 極性が反転するように、セル中心に対して記録マークをずらしている。この記録マークボタンから得られる Rf 信号の分布を図7に、 ΔRf 信号の分布を図8に示す。サンプリング間隔は、 $SD/2 = 4$ チャンネルビットである。（ ΔRf 信号値は、 Rf 信号の最大値と最小値の幅を1として、正規化された数値で表記されている） Rf 信号は、記録マークの占有率に比例して変化しているが、偏差の影響で、 Rf 信号の分布だけでは記録マークボタンを判別することはできない。また、 ΔRf 信号は、セル中心に対するずれ方向に対応して極性が変化しているが、 Rf 信号と同様に偏差の影響で、 ΔRf 信号だけで記録マークボタンを判別することはできない。しかし、図9に示すように、 Rf と ΔRf の組合せを用いることにより、各記録マークボタンによる $Rf - \Delta Rf$ 分布は、ほぼ各記録マークボタンの分布が分離する。特に、図10で示したように、隣接する記録マークの ΔRf 極性が反転するセル中心に対して記録マークをずらす効果により、分布が分離していることが判る。この結果から、記録密度を高くしたことによる影響で偏差が増加しても、本発明方法により各記録マークボタンを精度良く判定できる効果があると言える。

【0021】3. サンプリング間隔 SD の適正範囲見積り

ΔRf 信号は、サンプリング間隔 SD 、記録マーク占有率、記録マークのセル中心に対する位置ずれ量で変化する。その関係を、図11から図16に示す。記録再生条件としては、集光ビーム径が約 $0.8 \mu m$ 、セルの円周方向長さは約 $0.6 \mu m$ である。このケースでは、セルを12分割したモデルを用いている。また、結果を比較しやすくする目的で、前後セルの影響を無視するために同じ記録マークボタンを有するセルを連続に記録し、再生した結果である。図11では、記録マークの円周方向長さが2チャンネルビット（ $= 0.17 \times$ セル長）の場合で、記録マークのずれ量を、Pat1からPat9に1チャンネルビット単位でずらした結果を示している。（図12参照）

【0022】同様に、記録マークの円周方向長さが4チャンネルビット（ $= 0.33 \times$ セル長）の場合を図13と図14に、6チャンネルビット（ $= 0.50 \times$ セル長）の場合を図15と図16に示した。 SD の適正範囲としては、サンプリングタイミングのずれに対し ΔRf 信号の変動が少ない範囲を考えれば良い。 ΔRf は、 SD が0.4付近で最大となるため、サンプリング間隔 SD は、 $0.2 \times CL \leq (SD/2) \leq 0.6 \times CL$ （但

し、 CL はセル長）の範囲が適正範囲であることが判る。

【0023】4. TPP 信号による記録マーク位置判定
 ΔRf 信号以外に、記録マークのセル中心に対する位置ずれ量を判定する信号に TPP 信号がある。 TPP 信号は、 Rf 信号を生成する光電変換用の検出器を集光ビームが走査される円周方向に2分割し、その分割された個々の検出器から生成された信号を差分して得られる。

（光情報記録再生装置の構成図参照） TPP 信号をサンプリングするタイミングは、集光ビームがセルの中心に位置するときである。記録マークボタンが、図12、図13、図14の場合において測定した。図12の場合の TPP 信号を図17に、図13の場合の TPP 信号を図18に、図14の場合の TPP 信号を図19に示してある。（ TPP 信号値は、 Rf 信号値が最大値と最小値の幅を1として、正規化された数値で表記されている）これらの図から判るように、 TPP 信号の極性の違いからセル中心に対して、前後どちらにずれているか、またどの程度ずれているのか判定することが可能になる。以上の結果より、 ΔRf 信号と同じように、 Rf 信号と TPP 信号の組合せから得られる $Rf - TPP$ 分布を用いることで、2で説明した記録密度を高くしたことによる影響で偏差が増加しても、各記録マークボタンを精度良く判定できる効果が得られる。

【0024】5. サンプリングタイミングの調整

3のサンプリング間隔 SD の適正範囲見積りで、サンプリングタイミングのずれに対して影響が受けにくい SD の範囲を説明した。ここでは、精度良くサンプリングできる記録マークのボタンについて説明する。先述したように、本発明方法では、記録マークの占有率に加えて、記録マークの位置情報を組合せている。このため、セル中心からずれていた配置を有する記録マークを含む多値情報から、 Rf 信号、 ΔRf 信号、 TPP 信号を生成するためのタイミングパルスを生成することはできない。よって、多値情報とは別に、タイミングパルスを得る同期信号が必要になる。また、この同期信号は、記録マーク位置がセルの中心に対して配置されたボタンを用いる必要がある。

【0025】図10で示した記録マークボタンから、この条件に合ったボタンは、PatternNumber0とPatternNumber7である。このPatternNumber0とPatternNumber7の繰り返しボタンを同期信号として使うことで、精度が良いタイミングパルス信号を生成することが可能になる。実際に、PatternNumber0とPatternNumber7の繰り返しボタンを使って記録再生した Rf 信号波形を図25に示す。この図では、PatternNumber0とPatternNumber7を3回繰り返したボタンを用いている。また、光情報記録媒体の反射率や機械特性の面内変動、記録パワー変動などの外乱により、 Rf 信号の絶対値が変動する可能性があるため、前記タイミングパルス用のボタンの前

に、信号を正規化するボタンを設けた。この正規化ボタンは、Pattern Number0を5個と、Pattern Number7を5個で構成されている。これら、正規化ボタンとタイミングパルス用のボタンにより、多値情報を精度良くサンプリングし、外乱によるRf信号変動を補正でき、精度良く信号再生することが可能になる。

【0026】6. その他の実施例

図9で示した本発明の実施例では、Pat0とPat1、Pat6とPat7に若干の分布の重なりが見られる。この分布の重なりを改善した例を示す。その改善した記録マークのボタンを図24に示す。記録再生条件としては、集光ビーム径が約 $0.8\mu\text{m}$ 、セルの円周方向長さは約 $0.6\mu\text{m}$ である。このケースでは、セルを12分割したモデルを用いている。また、サンプリング間隔は、 $SD/2=4$ チャンネルビットである。この改良案では、図9よりも記録マークを構成する1セル当たりのチャンネルビット数を下げることににより、各記録マークから得られるRf信号値の間隔を広げることによって成功している。この効果により、図9では多値レベル数が8であったが、本実施例では多値レベル数を9に増やすことが可能になった。本改良案におけるRf信号の分布を図21、 ΔRf 信号の分布を図22、 $Rf-\Delta Rf$ 分布を図23に示す。図23の結果より、各記録マークパタンの分布は完全に分離されており、 $Rf-\Delta Rf$ の組合せから精度良く記録マークボタンを判定でき、エラー訂正前のエラー率で、0.1%以下の結果を得ることができた。

【0027】

【発明の効果】以上、詳細且つ具体的な説明から明らかなように、前記第(1)項、第(2)項、第(3)項、第(4)項、第(11)項又は第(12)項記載の本発明により、記録マーク占有率に加えて記録マーク位置情報を付加しているため、記録密度を高くしたことによる影響で偏差が増加しても、各記録マークボタンを精度良く判定できる。また、前記第(5)項及び第(13)項記載の発明により、記録マーク位置を ΔRf 信号で検出できるので、Rf信号の演算処理で簡単に信号生成でき、なお且つ精度良く記録マーク位置を検出することが可能である。さらに、前記第(5)項及び第(14)項記載の発明により、隣接する記録マークの ΔRf 極性が反転するように、セル中心に対して記録マークをずらした記録マークボタンを採用しているため、 $Rf-\Delta Rf$ 分布が分離可能な記録が可能になる。またさらに、前記第(7)項及び第(15)項記載の発明により、サンプリング間隔SDを $0.2 \times CL \leq (SD/2) \leq 0.6 \times CL$ に設定しているため、SDの変動による ΔRf 信号の変動を抑制でき、精度良く記録マーク位置を検出することが可能である。またさらに、前記第(8)項及び第(16)項記載の発明により、記録マーク位置をTPP信号で検出できるので、Rf信号の演算処理で簡単に信号生成でき、なお且つ精度良く記録マーク位置を検出す

ることが可能である。またさらに、前記第(9)項、第(10)項、第(17)項及び第(18)項記載の発明により、多値情報の記録マークボタンに左右されない同期ボタンを採用しているため、サンプリングタイミングの精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】記録マークがセル中心にある場合の、記録マーク占有率とRf信号の関係図を示す図である。

【図2】記録マーク占有率と各多値レベル分布の関係(記録マークボタン数(多値レベル数)が6の場合)(記録マーク位置がセル中心)を示す図である。

【図3】多値レベル(Multi-level)と多値記録マーク占有率関係(記録マークボタン数(多値レベル数)が6の場合)を示す図である。

【図4】記録マーク占有率と各多値レベル分布の関係(記録マークボタン数(多値レベル数)が8の場合)(記録マーク位置がセル中心)を示す図である。

【図5】多値レベル(Multi-level)と多値記録マーク占有率関係(記録マークボタン数(多値レベル数)が8の場合)を示す図である。

【図6】本発明の原理を説明するための、セル中心に対し記録マークをずらした場合の、ずれ量とRf信号、 ΔRf 信号の関係図を示す図である。

【図7】本発明法のRf信号の分布を示す図である。

【図8】本発明法の ΔRf 信号の分布を示す図である。

【図9】本発明法の $Rf-\Delta Rf$ 分布を示す図である。

【図10】本発明法の多値レベル(Multi-level)と多値記録マーク占有率関係を示す図である。

【図11】サンプリング間隔と ΔRf の関係(記録マークの円周方向長さが2チャンネルビット($=0.17 \times$ セル長)の場合)を示す図である。

【図12】記録マークパターン(記録マークの円周方向長さが2チャンネルビット($=0.17 \times$ セル長)の場合)を示す図である。

【図13】サンプリング間隔と ΔRf の関係(記録マークの円周方向長さが4チャンネルビット($=0.33 \times$ セル長)の場合)を示す図である。

【図14】記録マークパターン(記録マークの円周方向長さが4チャンネルビット($=0.33 \times$ セル長)の場合)を示す図である。

【図15】サンプリング間隔と ΔRf の関係(記録マークの円周方向長さが6チャンネルビット($=0.50 \times$ セル長)の場合)を示す図である。

【図16】記録マークパターン(記録マークの円周方向長さが6チャンネルビット($=0.50 \times$ セル長)の場合)を示す図である。

【図17】記録マークパターンとTPPの関係(記録マークの円周方向長さが2チャンネルビット($=0.17 \times$ セル長)の場合)を示す図である。

【図18】記録マークパターンとTPPの関係(記録マ

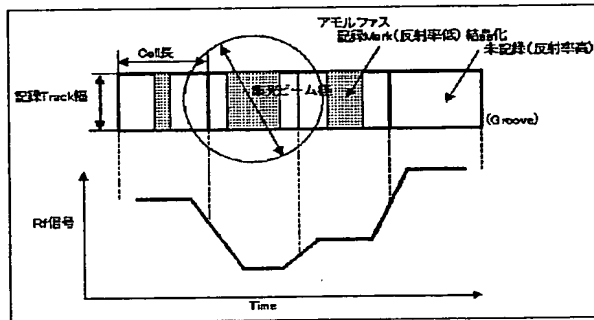
ークの円周方向長さが4チャンネルビット(=0.33*セル長)の場合)を示す図である。

【図19】記録マークパターンとTPPの関係(記録マークの円周方向長さが6チャンネルビット(=0.50*セル長)の場合)を示す図である。

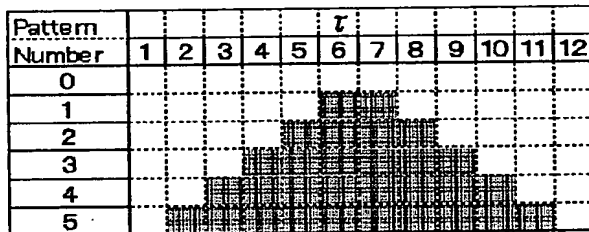
【図20】本発明の光情報記録再生装置の構成概略図を示す図である。

【図21】実施例1のRf信号を示す図である。 *

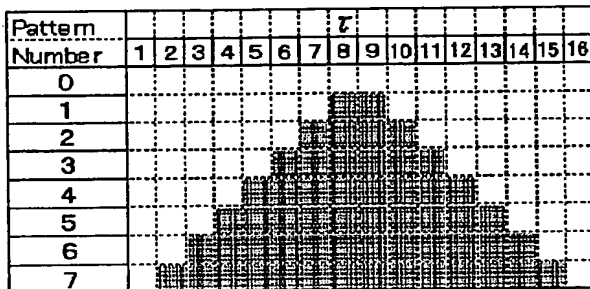
【図1】



【図3】



【図5】



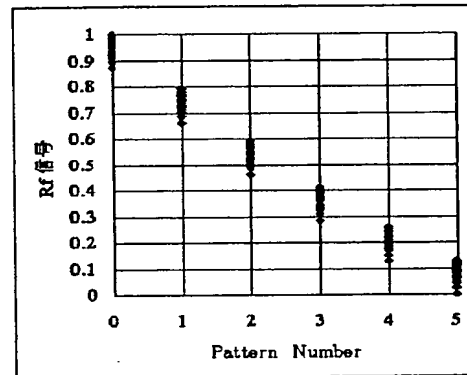
*【図22】実施例1の ΔRf 信号を示す図である。

【図23】実施例1のRf- ΔRf 分布を示す図である。

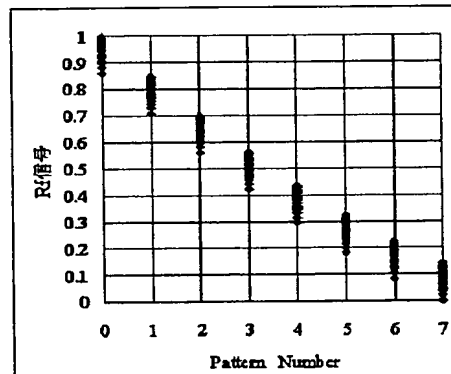
【図24】実施例1の記録マークパターンを示す図である。

【図25】サンプリングタイミング信号を示す図である。

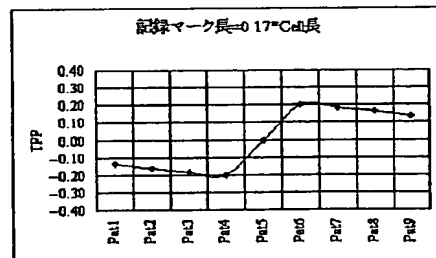
【図2】



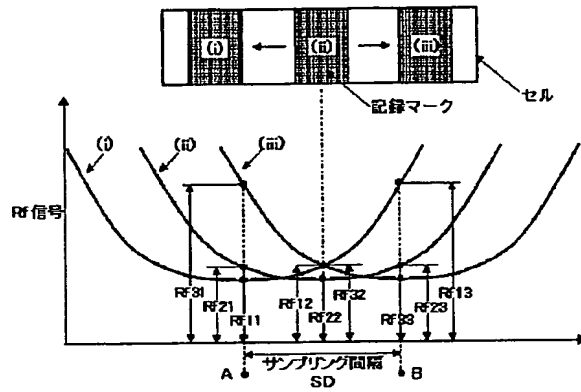
【図4】



【図17】

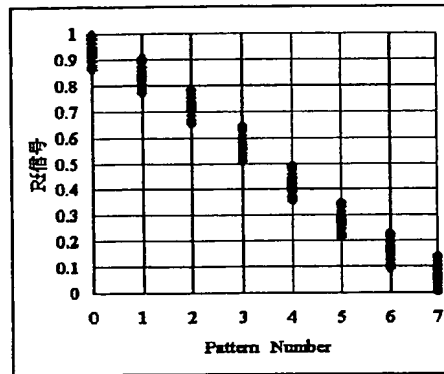


【図6】

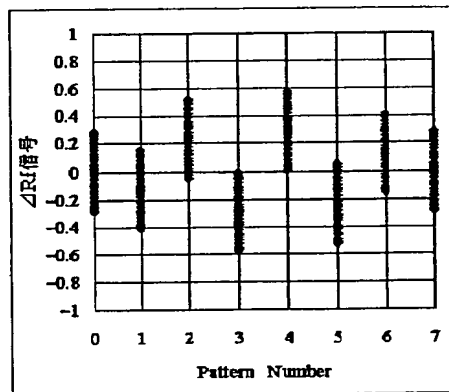


記録Markの位置が (i) の場合: $RF = RF12$, $\Delta RF = RF11 - RF13 < 0$
 記録Markの位置が (ii) の場合: $RF = RF22$, $\Delta RF = RF21 - RF23 = 0$
 記録Markの位置が (iii) の場合: $RF = RF32$, $\Delta RF = RF31 - RF33 > 0$

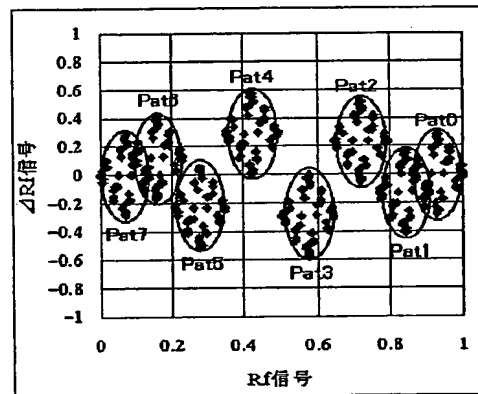
【図7】



【図8】



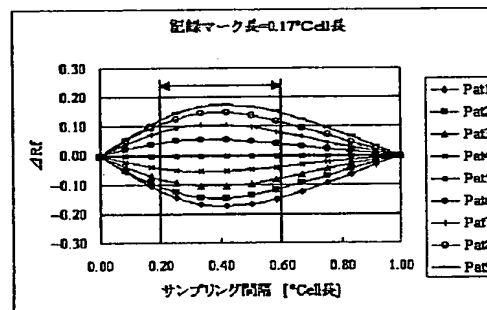
【図9】



【図10】

| Pattern Number | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |

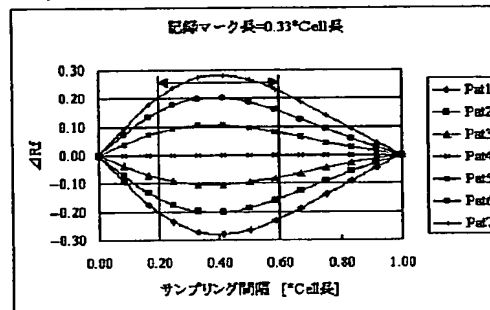
【図11】



【図12】

| Pattern Number | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Pat 1 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 2 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 3 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 4 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 5 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 6 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 7 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 8 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 9 | | | | | | | | | | | | |

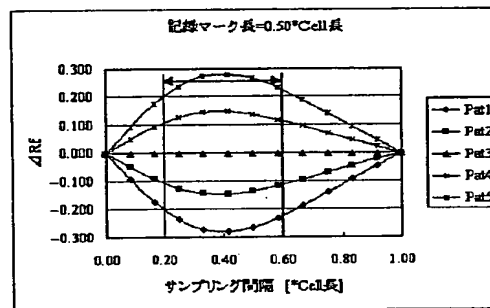
【図13】



【図14】

| Pattern Number | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Pat 1 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 2 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 3 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 4 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 5 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 6 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 7 | | | | | | | | | | | | |

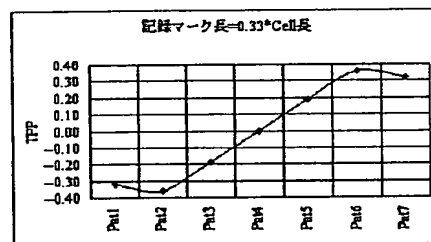
【図15】



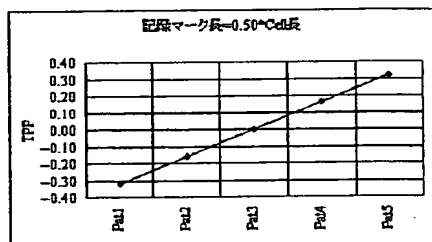
【図16】

| Pattern Number | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Pat 1 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 2 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 3 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 4 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 5 | | | | | | | | | | | | |

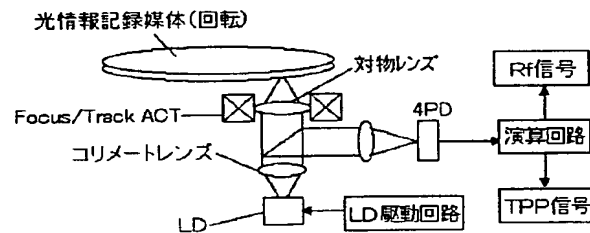
【図18】



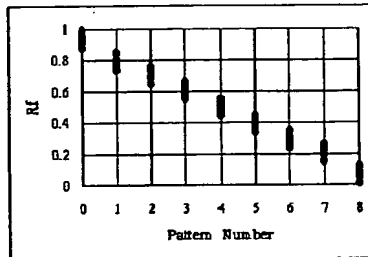
【図19】



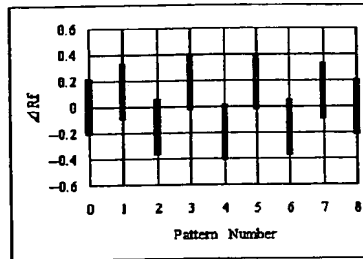
【図20】



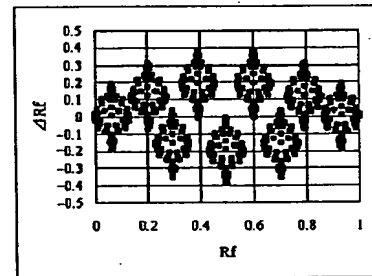
【図21】



【図22】



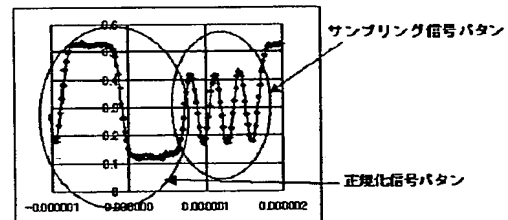
【図23】



【図24】

| Pattern Number | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Pat 0 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 1 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 2 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 3 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 4 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 5 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 6 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 7 | | | | | | | | | | | | |
| Pat 8 | | | | | | | | | | | | |

【図25】



フロントページの続き

(S1)Int.Cl.

G11B 7/24

識別記号

563

F1

G11B 7/24

テーマコード(参考)

563A